



Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería Informática  
Junio de 2010



---

# TICO e1.0: Mejora y extensión de la aplicación TICO para su primera distribución estable

---

Carolina Palacio Julián

Director: Dr. Joaquín Ezpeleta Mateo



Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas  
Centro Politécnico Superior  
Universidad de Zaragoza



## AGRADECIMIENTOS

A mi director Joaquín Ezpeleta, por su implicación y empeño en este proyecto y por la confianza depositada en mí.

A José Manuel Marcos y César Canalís, profesores del CPEE Alborada, por su ayuda incondicional y su optimismo.

Por supuesto, a mis padres y hermanos, por su apoyo constante y por permitirme llegar hasta aquí enseñándome tantas veces el valor del esfuerzo.

Por último, a mis amigos y compañeros y a todas aquellas personas que de alguna manera me han ayudado durante estos meses de trabajo.



# **TICO e1.0: Mejora y extensión de la aplicación TICO para su primera distribución estable**

## **RESUMEN**

Existen personas que por diversas lesiones padecen graves trastornos en el habla lo que les limita a la hora de comunicarse con el entorno que les rodea. Con frecuencia, también presentan discapacidades motoras reconocidas como severas, por lo que su capacidad para realizar movimientos voluntarios es muy reducida.

Para facilitarles la expresión sin utilizar la palabra hablada surgen los llamados sistemas aumentativos y alternativos de comunicación que complementan o sustituyen el lenguaje oral. Muchos de ellos recurren al uso de símbolos pictográficos que representen, de forma clara, las palabras y conceptos más habituales en la comunicación cotidiana. Uno de estos sistemas son los tableros de comunicación, que consisten en una superficie portátil donde se recogen grupos de estos símbolos que deben señalarse secuencialmente para construir el mensaje deseado.

Este proyecto fin de carrera continúa el desarrollo de la herramienta *software* TICO que se ha ido elaborando en varios proyectos previos. Tiene por objetivo trasladar la definición tradicional de tablero de comunicación a un entorno informático aprovechando las nuevas capacidades que éste ofrece. Consta de un Editor que permite la creación de los tableros y un Intérprete para la utilización de los mismos. En este proyecto se han realizado una serie de ampliaciones y mejoras a la aplicación TICO con la finalidad de distribuir la primera versión estable e1.0.

El programa se ha traducido a nuevos idiomas y se ha ampliado con la incorporación de un reproductor de vídeo que permite la visualización de contenidos multimedia en los tableros interactivos de comunicación. El Intérprete se ha rediseñado y reimplementado completamente para solucionar algunas de las limitaciones de la versión anterior. Se le han añadido nuevas funcionalidades y se ha adaptado a un uso intensivo con la posibilidad de manejar eficientemente más elementos de interacción. Además se han aumentado las posibles acciones que puede realizar el usuario cuando utiliza los tableros y se ha mejorado el acceso a las mismas. La galería de imágenes que ofrece el Editor se ha enriquecido con nuevas funcionalidades, se ha desarrollado un paquete de pictogramas que permite realizar búsquedas de las imágenes en varios idiomas y se ha reducido notablemente el tiempo de importación y eliminación de las imágenes.

Finalmente y para dar una mayor difusión a la aplicación, se ha desarrollado el sitio web del Proyecto TICO al que se accede a través de la dirección [www.proyectotico.es](http://www.proyectotico.es). Desde el mismo se puede obtener el instalador y el paquete de pictogramas. Además se puede descargar el manual de usuario y toda la documentación necesaria para futuros desarrolladores.

La nueva versión ha sido extensamente probada por los usuarios finales, tanto profesores como alumnos del CPEE Alborada de Zaragoza, a lo largo de todo el proceso de desarrollo, lo que ha permitido distribuir una versión muy robusta de la aplicación.

Actualmente se está utilizando en las aulas de diversos colegios y asociaciones dedicados a personas con necesidades especiales, y sabemos de su uso en la docencia de asignaturas universitarias relacionadas con la educación especial.



# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Trabajo previo relacionado . . . . .	1
1.3. Objetivos del proyecto . . . . .	2
1.4. Contenido y alcance del documento . . . . .	3
<b>2. Conceptos previos</b>	<b>5</b>
2.1. Sistema de comunicación . . . . .	5
2.2. Tableros de comunicación y sus aplicaciones . . . . .	6
<b>3. Estudio de la versión anterior</b>	<b>9</b>
3.1. Concepto de tablero de comunicación en TICO . . . . .	9
3.2. Análisis de las posibles mejoras . . . . .	11
3.3. Ampliaciones para la nueva versión del programa . . . . .	13
<b>4. Proceso de desarrollo</b>	<b>15</b>
4.1. Trabajo previo al desarrollo . . . . .	15
4.2. Desarrollo del reproductor de vídeo . . . . .	16
4.3. Diseño e implementación del Intérprete . . . . .	17
4.4. Modificaciones sobre la Galería de pictogramas . . . . .	20
4.5. Desarrollo del sitio web del Proyecto TICO . . . . .	23
<b>5. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>25</b>
5.1. Resultados obtenidos . . . . .	25
5.2. Cumplimiento de los objetivos . . . . .	26
5.3. Problemas encontrados . . . . .	26
5.4. Líneas futuras . . . . .	27

5.5. Valoración personal . . . . .	28
<b>A. Documentación del desarrollo del <i>software</i></b>	<b>29</b>
A.1. Metodología de trabajo . . . . .	29
A.2. Resultados del análisis . . . . .	29
A.2.1. Requisitos . . . . .	29
A.2.2. Reproductor de vídeo: estudio de diferentes tecnologías . . . . .	32
A.2.3. Intérprete TICO: casos de uso . . . . .	32
A.3. Diseño e implementación . . . . .	34
A.3.1. Subsistemas de la aplicación . . . . .	34
A.3.2. Diseño del Intérprete TICO . . . . .	35
A.3.3. Optimización de las operaciones sobre la Galería de pictogramas . . . . .	38
A.3.4. Arquitectura general del sistema . . . . .	42
A.4. Prototipado de ventanas . . . . .	43
A.4.1. Ventanas relacionadas con el reproductor de vídeo . . . . .	43
A.4.2. Ventanas relacionadas con el Intérprete . . . . .	43
A.4.3. Ventanas relacionadas con la Galería de pictogramas . . . . .	45
A.5. Estructura de un proyecto TICO . . . . .	48
A.6. Pruebas . . . . .	51
A.6.1. Pruebas unitarias . . . . .	51
A.6.2. Pruebas de integración . . . . .	51
A.6.3. Pruebas de sistema . . . . .	51
A.6.4. Pruebas de usuario . . . . .	52
A.7. Herramientas utilizadas . . . . .	53
<b>B. Distribución temporal del proceso</b>	<b>55</b>
<b>C. Tecnologías para la reproducción de contenidos multimedia en Java</b>	<b>59</b>
C.1. Java Media Framework . . . . .	59
C.2. Alternativas a Java Media Framework estudiadas . . . . .	64
C.2.1. JavaFX . . . . .	64
C.2.2. QuickTime for Java . . . . .	65
C.2.3. Freedom for Media in Java . . . . .	66
C.2.4. Xuggler . . . . .	66
C.2.5. DirectShow<>Java <i>wrapper</i> . . . . .	66



C.3. Otras alternativas . . . . .	68
C.3.1. Gstreamer-Java . . . . .	68
C.3.2. Cortado . . . . .	69
<b>D. Sitio web del Proyecto TICO</b>	<b>71</b>
D.1. Tecnología utilizada . . . . .	71
D.2. Administración del sitio web . . . . .	72
D.2.1. Permisos de usuarios . . . . .	72
D.2.2. Idioma del sitio web . . . . .	72
D.2.3. Habilitar la subida de ficheros . . . . .	73
D.2.4. Extensiones de ficheros que pueden subirse a la <i>wiki</i> . . . . .	73
D.2.5. Añadir un nuevo artículo . . . . .	73
D.2.6. Añadir una traducción de un artículo . . . . .	73
D.2.7. Añadir una nueva sección . . . . .	74
D.2.8. Modificar la página inicial . . . . .	74
D.2.9. Estadísticas del sitio web . . . . .	74
D.3. Aspecto del sitio web . . . . .	75
<b>E. Manual de usuario</b>	<b>77</b>
E.1. Introducción . . . . .	77
E.2. Instalación y ejecución de la aplicación . . . . .	77
E.2.1. En Windows . . . . .	77
E.2.2. En otros sistemas operativos . . . . .	77
E.2.3. Aplicaciones requeridas . . . . .	78
E.3. Formatos soportados . . . . .	78
E.3.1. Formatos de imagen . . . . .	78
E.3.2. Formatos de audio . . . . .	78
E.3.3. Formatos de vídeo . . . . .	78
E.4. Manual del Editor . . . . .	78
E.4.1. Elementos del Editor . . . . .	78
E.4.2. Edición de proyectos . . . . .	83
E.4.3. Edición de tableros . . . . .	85
E.4.4. Componentes de un tablero . . . . .	87
E.4.5. Utilidad de Validación . . . . .	94

E.4.6. Utilidad Galería de pictogramas . . . . .	104
E.5. Manual del Intérprete . . . . .	117
E.5.1. Elementos del Intérprete . . . . .	117
E.5.2. Configuración del Intérprete . . . . .	118
E.5.3. Validación del Intérprete . . . . .	119
E.6. Créditos . . . . .	122
<b>F. The GNU General Public License</b>	<b>123</b>
<b>Glosario</b>	<b>135</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>142</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>143</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>145</b>

# Capítulo 1

## Introducción

En el primer capítulo de esta memoria se va a introducir el Proyecto Fin de Carrera (PFC), exponiendo en primer lugar la motivación para llevarlo a cabo, así como los objetivos que se buscaban con su realización. Se explicará además el trabajo previo en el que se basa y por último el contenido y alcance de este documento.

### 1.1. Motivación

En el momento de buscar un proyecto para acabar mis estudios lo que perseguía principalmente era plasmar los conocimientos que había adquirido en algo que fuera útil para otras personas. No quería que quedara en el ámbito universitario como una simple prueba para finalizar la carrera y por esto no me lo pensé dos veces cuando me propusieron hacer un trabajo que tenía una repercusión social directa. Se trataba de ampliar y mejorar un *software* para utilizar en las aulas de un colegio público de educación especial, cuyos alumnos son niños con distintas discapacidades físicas o psíquicas. La mayoría de estas personas presenta, entre otras cosas, graves trastornos en el habla y este *software* les proporcionaría herramientas para aumentar su capacidad de comunicación con el entorno que les rodea.

Por otra parte no se trataba de realizar un programa nuevo sino de partir del trabajo desarrollado en varios PFC previos. La aplicación diseñada requería una ampliación con nuevas funcionalidades y debía perfeccionarse ya que presentaba ciertas limitaciones que harían que a la larga cayera en desuso. La posibilidad de dar continuidad al trabajo de otros compañeros y de mantener la aplicación con garantías de buen funcionamiento fue otro de los motivos que me llevó a realizar este proyecto.

### 1.2. Trabajo previo relacionado

Desde hace varios años, miembros del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas<sup>1</sup> (DIIS) vienen colaborando con el grupo de investigación Tecnodiscap<sup>2</sup>. En esta colaboración se desarrollan materiales *hardware* y *software* que sirvan de apoyo en las tareas

---

<sup>1</sup><http://diis.unizar.es>

<sup>2</sup><http://tecnodiscap.unizar.es>

formativas que el Colegio Público de Educación Especial Alborada<sup>3</sup> (CPEE Alborada) lleva a cabo con personas que tienen diversas discapacidades físicas y/o psíquicas.

Una de las herramientas *software* ya desarrolladas es TICO. Tiene como objetivo trasladar el concepto tradicional de tablero de comunicación en modo impreso a las nuevas capacidades que ofrece su uso en soporte informático. Se compone de dos aplicaciones independientes y diferenciadas, pero complementarias entre sí: Editor e Intérprete. El Editor posibilita a los profesores la creación de los tableros de comunicación y el Intérprete permite al usuario final utilizar el tablero previamente diseñado para superar las limitaciones comunicativas. Esta última aplicación incorpora la posibilidad de realizar un barrido automático por el tablero para facilitar el acceso a personas con discapacidades motrices severas. El programa incluye además una galería de imágenes y una herramienta de validación de tableros según la discapacidad de la persona que lo vaya a utilizar.

Esta herramienta se desarrolló en varios PFC realizados por Fernando Negré y David Ramos [NR05], Pablo Muñoz [Muñ06], Antonio Rodríguez [Rod07], Beatriz Mateo [Mat08] y Patricia Martínez [Mar08], dando como resultado una versión beta del programa. El presente PFC parte del trabajo realizado en estos proyectos. Se ha desarrollado durante los meses de septiembre de 2009 a junio de 2010 en el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza.

### 1.3. Objetivos del proyecto

Inicialmente este PFC tenía dos objetivos diferenciados. El primero y más importante era dotar a la aplicación ya existente, TICO beta 1, de una nueva funcionalidad que permitiera la reproducción de vídeos en un tablero interactivo de comunicación. El segundo estaba orientado a realizar una serie de mejoras y ampliaciones cuya necesidad se había puesto de manifiesto con el uso de la aplicación por parte de los profesionales del CPEE Alborada. Cubriendo estos dos objetivos se distribuiría la primera versión estable de la aplicación.

Sin embargo, tras algunos meses de trabajo con la aplicación para llevar a término el primer objetivo, se estimó necesario rediseñar e implementar el Intérprete TICO. Tal y como está diseñado en su versión anterior el programa presenta varios inconvenientes, detallados en el capítulo 3, que impiden garantizar un buen funcionamiento de la aplicación. Éste pasó a ser otro objetivo fundamental para poder distribuir una versión estable del programa.

Por tanto, los objetivos de este proyecto se centran en:

1. Añadir a los tableros de comunicación la posibilidad de visualizar contenidos multimedia. Se deberá realizar un estudio previo sobre la compatibilidad entre Java, lenguaje que implementa TICO, y los distintos tipos de contenedores multimedia, así como de los *códecs* necesarios para su reproducción.
2. Volver a diseñar e implementar el Intérprete TICO y así ofrecer una versión más robusta del *software*. Aprovechando el nuevo diseño se deben incluir nuevas funcionalidades y mejoras que se han puesto de manifiesto con el uso de la versión anterior de la aplicación.

---

<sup>3</sup><http://centros6.pntic.mec.es/cpee.alborada>

3. Realizar una serie de modificaciones y mejoras en la Galería de pictogramas para potenciar su uso.
4. Garantizar que los proyectos creados con las distintas distribuciones de TICO para cada sistema operativo son compatibles entre sí.
5. Por último, se debe diseñar y desarrollar un sitio web para distribuir la aplicación y dar soporte a los usuarios finales. Desde el mismo se podrá acceder a la descarga del instalador de la aplicación, al manual de usuario y a toda la documentación generada.

## 1.4. Contenido y alcance del documento

Este documento se estructura en dos partes consistentes en una memoria que resume el trabajo realizado y una serie de anexos con una documentación técnica más detallada del mismo.

La memoria está dividida en cinco capítulos siendo el primero de ellos la presente introducción. El capítulo 2 explica una serie de conceptos del ámbito de la educación especial necesarios para comprender el resto de la memoria. En el tercer capítulo se detallan las posibles mejoras y ampliaciones a realizar en la aplicación como resultado del análisis de la versión anterior del programa. El capítulo 4 está dedicado a describir detalladamente el proceso de desarrollo de los objetivos del proyecto. En el quinto y último capítulo se recogen las conclusiones del PFC desde el punto de vista del cumplimiento de los objetivos y los diversos problemas encontrados. También se detalla el posible trabajo que surge como continuación de este proyecto y se incluye una valoración personal del desarrollo de este PFC.

Acompañando a la memoria se adjuntan seis documentos que explican con más detalle los resultados del proyecto y el camino seguido para obtenerlos. En dos de ellos, apéndices A y B, se recoge el desarrollo detallado del *software* y la distribución temporal del proyecto respectivamente. El apéndice C está dedicado a las distintas tecnologías estudiadas para la reproducción de vídeos con Java. De los tres restantes, en el apéndice D se detalla el desarrollo del sitio web del Proyecto TICO, el apéndice E recoge el manual de usuario de la aplicación y el apéndice F la licencia bajo la que se distribuye el *software* realizado.

Por último se incluye un glosario con los términos menos comunes que se usan en este documento, los índices de figuras y tablas y la bibliografía consultada a lo largo del desarrollo del proyecto.



## Capítulo 2

# Conceptos previos

En este capítulo se explican brevemente los conceptos de sistema de comunicación y tablero de comunicación, así como sus posibles usos. Estos conceptos son la base para comprender en su totalidad el objetivo de este proyecto. La explicación que se ofrece a continuación se ha elaborado en parte con la lectura de [ADV09] y [MSM05].

### 2.1. Sistema de comunicación

La comunicación constituye una de las formas en que las personas interactúan entre sí y es la base del aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Existen muchas formas de comunicación: gestual, a través de signos, mediante imágenes, verbal, escrita, etc. A veces, en determinadas personas, pueden aparecer problemas en la comunicación debido, entre otras causas, a trastornos auditivos, retrasos en su desarrollo o lesiones cerebrales, como puede ser la parálisis cerebral infantil (PCI) en el caso de los niños. Esto puede provocar graves dificultades en el habla, lo que les impide expresar sus necesidades, deseos o pensamientos de una forma adecuada. Como apoyo para facilitar la comunicación surgen los sistemas alternativos/aumentativos de comunicación que son formas de lenguaje diferentes del habla, que se utilizan cuando ésta se encuentra seriamente afectada.

La clasificación más general de los sistemas de comunicación distingue entre sistemas con apoyo externo y sistemas sin apoyo externo, dependiendo de la necesidad o no de elementos ajenos a la propia persona que trata de comunicarse [TG01]. Entre los sistemas de comunicación sin apoyo externo se encuentra la dactilología o la lengua de signos.

Por otra parte, los sistemas de comunicación con apoyo se orientan a mejorar la producción del habla, y recurren a la ayuda de sistemas ortográficos, pictográficos e informáticos, que suplan en todo o en parte las deficiencias expresivo-articulatorias de la persona que quiere comunicarse. A este grupo pertenecen los tableros de comunicación que se explican a continuación. De forma general podemos decir que son superficies con imágenes que pueden ir acompañadas de texto y que representan personas, objetos, sentimientos o acciones. La comunicación se produce cuando se señala alguna de las imágenes del tablero y el mensaje que se transmite es el representado por dicha imagen.

## 2.2. Tableros de comunicación y sus aplicaciones

Un tablero de comunicación es un sistema de comunicación que consiste en un soporte (papel, cartulina o materiales similares) donde se sitúan los elementos necesarios para la comunicación como pueden ser pictogramas, letras, sílabas, etc. Cada elemento del tablero representa una acción, idea, sentimiento, objeto, etc. y debe apuntarse mediante algún método para que se produzca la comunicación.

Uno de los problemas que presenta es que la información que puede contener se ve limitada por el tamaño del tablero y por esto suelen ser específicos para situaciones concretas. Con frecuencia se utilizan los libros de tableros. En ellos se crea un tablero básico que utiliza vocabulario común a todos los tableros y una serie de tableros temáticos agrupados, ordenados de forma que se adapten lo mejor posible a las características del usuario.

Algunos de los métodos para que la persona pueda señalar un elemento del tablero son:

- Selección directa: Se utiliza cuando el usuario es capaz de señalar con el dedo o cualquier otra parte del cuerpo. La selección también puede hacerse de forma asistida a través de un licornio (varilla que se sostiene con la cabeza o la boca) o con un indicador luminoso.
- Barrido: Si el usuario tiene dificultades para señalar personalmente los elementos del tablero, el interlocutor realiza un barrido manual por el tablero, es decir, irá señalando las casillas para que el usuario pueda confirmarle cuáles forman el mensaje que quiere transmitir.
- Mediante codificación: Cuando existen graves problemas para señalar en un tablero pueden usarse códigos de color o numéricos que caractericen cada elemento. Este método requiere un nivel cognitivo bastante elevado.

En la figura 2.1 se muestran dos tableros de comunicación. El primero contiene imágenes que expresan necesidades básicas, estados de ánimo, acciones y aficiones que se pueden realizar. El segundo tablero es más específico y en él aparecen distintos tipos de dolor. Éste se mostraría cuando se hubiese seleccionado en el primer tablero la imagen que representa “Dolor” para poder decir qué es lo que duele.

La principal aplicación de los tableros de comunicación, y para lo que fueron diseñados, es conseguir el intercambio de información entre las personas que tengan alguna dificultad en el habla y las personas que estén a su cargo: padres, profesores, tutores o monitores. De esta manera pueden expresar sus necesidades básicas, deseos, sentimientos, etc.

Tomando la comunicación como base son también muy útiles en el ámbito de la enseñanza. Pueden servir para favorecer el aprendizaje de la lengua escrita estableciendo la relación entre los sonidos del habla y las letras o para reconocer los ámbitos que les rodean: escolar, familiar y personal. También son muy útiles a la hora de manifestar sus conocimientos, planteando preguntas directas a las que deben responder mediante el uso de sí o no.



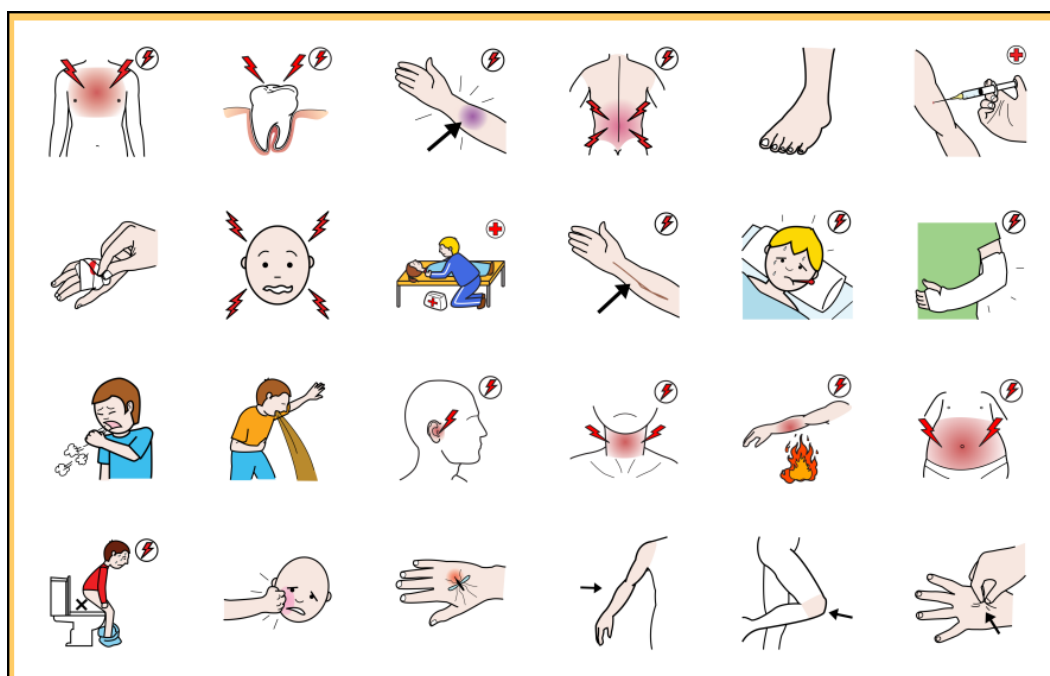


Figura 2.1: Ejemplos de tablero de comunicación



## Capítulo 3

# Estudio de la versión anterior

Este capítulo describe la versión anterior de la aplicación y su forma de integrar, en un entorno informático, los tableros de comunicación tal y como han sido definidos en la sección 2.2. Además se explican las posibilidades de mejora y ampliación del programa, lo que justifica el haber hecho la primera distribución estable de TICO. Una de las motivaciones para invertir en el desarrollo de esta aplicación es que actualmente son escasas las herramientas *software* que abarquen los objetivos que TICO se propone. Han existido programas como SPCPrinc o Winspeak cuyo desarrollo no se ha continuado y se encuentran muy anticuadas. Otra aplicación que funciona de forma similar es Plaphoons<sup>1</sup> pero se trata de un programa muy rígido y poco evolucionado. Por último cabe mencionar la existencia de Boardmaker with Speaking Dynamically Pro<sup>2</sup>. Se trata de un *software* de pago de coste bastante elevado y cuyo uso resulta, en ocasiones, bastante complicado.

### 3.1. Concepto de tablero de comunicación en TICO

Para trasladar el concepto de tablero de comunicación a un entorno informático se definieron las características y propiedades de los tableros y sus componentes en dicho entorno. Se implementaron las herramientas que permiten manejarlos de manera similar a su uso en la vida real. Todo esto se desarrolló de forma que se aprovechara al máximo el amplio abanico de posibilidades que brindan las nuevas tecnologías, y de esta manera conseguir funcionalidades que no se pueden lograr en su definición tradicional.

Agrupaciones de estos tableros serían los libros de tableros definidos en la sección 2.2, y en el entorno informático pasaron a llamarse proyectos. Se pueden definir como un conjunto de tableros con relaciones de navegación entre ellos.

Los componentes que pueden contener los tableros quedaron divididos en dos grupos:

- Elementos indicables, que se corresponden con los mensajes definidos en los tableros de comunicación. Se les llamó celdas y son los únicos elementos con los que se puede interaccionar en el Intérprete. En ellas se puede introducir texto, imágenes, sonidos y

---

<sup>1</sup><http://www.xtec.cat/~jlagares/f2kesp.htm>

<sup>2</sup><http://www.mayer-johnson.com/products/boardmaker-sdp>

acciones para controlar el entorno. Con estos elementos se implementa la navegación entre diferentes tableros de un proyecto y se puede habilitar su acumulación para la construcción de frases.

- Elementos de dibujo, que sirven como complemento a los elementos indicables y, en algunos casos, pueden tener algún tipo de comportamiento dinámico, siempre como consecuencia de acciones producidas en los indicables. En este grupo se encuentran las etiquetas, áreas de texto, óvalos, líneas, rectángulos y rectángulos redondeados.

De la misma manera que en la vida real donde se hace un tablero para ser usado muchas veces, la aplicación TICO se diseñó como la unión de dos herramientas independientes pero complementarias entre sí. La primera de ellas es un Editor desarrollado en [Muñ06] que permite crear los tableros y la segunda un Intérprete que posibilita la utilización de los mismos. Esta segunda dispone, de forma similar a los tableros tradicionales, de distintas formas de indicar los símbolos del tablero. Se puede utilizar la *Selección directa* que equivale al uso del ratón convencional y está pensada para personas capaces de usar este dispositivo. Otra forma de acceso a los tableros es el *Barrido automático* que se diseñó para personas con dificultades motoras severas capaces de controlar el movimiento de alguna parte de su cuerpo. En este caso el cursor se desplaza por las distintas celdas del tablero siguiendo un orden previamente establecido y sin que haya intervención del usuario. Éste se limita a detener el cursor en la opción deseada a través de un pulsador que controla con el movimiento que es capaz de realizar. El uso de este tipo de barrido requiere el control de un único movimiento.

Las figuras 3.1 y 3.2 muestran el aspecto del Editor e Intérprete en la versión anterior de la aplicación. El objetivo es facilitar la comprensión de algunos cambios y ampliaciones que se explican a continuación.

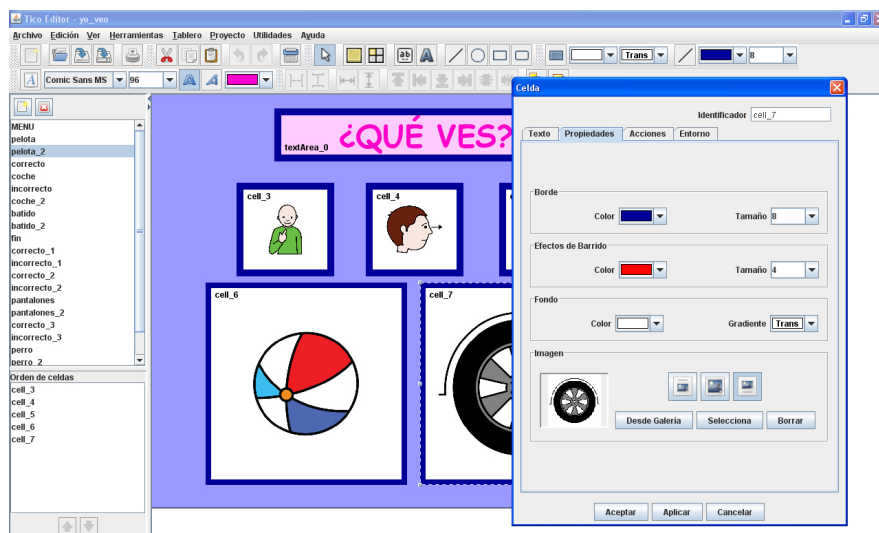


Figura 3.1: Interfaz del Editor en la versión anterior



Figura 3.2: Interfaz del Intérprete en la versión anterior

### 3.2. Análisis de las posibles mejoras

El mayor logro de las versiones anteriores fue conseguir una buena definición, robusta y consistente, de los tableros de comunicación en un entorno informático. Se definieron todos los posibles componentes, así como el sistema de navegación entre diferentes tableros de un proyecto. Se incorporó un sistema muy útil de construcción de oraciones, con una estructura sintáctica similar a la utilizada en la comunicación oral espontánea, y el Editor desarrollado proporciona muchas funcionalidades para crear y editar los tableros y sus componentes de una manera muy flexible.

El uso continuado de la aplicación, así como la integración sucesiva de distintas componentes que se han llevado a cabo en los últimos años, pusieron de relieve algunas mejoras necesarias para poder lanzar una primera distribución estable. Estos cambios tienen distinta envergadura y son los siguientes:

#### Diseñar e implementar el Intérprete

La mayor fuente de problemas surgió en el Intérprete desarrollado en [Rod07] donde, para dibujar los distintos componentes de un tablero, se decidió utilizar la misma biblioteca gráfica libre que usaba el Editor, *JGraph* [JGr]. La utilidad que proporcionaba en el Editor para dibujar los componentes de un tablero no era tan necesaria en el Intérprete donde únicamente se muestran los tableros sin posibilidad de editarlos. En el Intérprete es importante que los componentes de un tablero respondan de forma rápida a eventos como puede ser el clic o el movimiento del ratón, explotando así las características del lenguaje de programación orientado a objetos Java.

El hecho de utilizar *JGraph* y dar más importancia al aspecto visual que a la gestión de eventos, ocasionó que la implementación del Intérprete no fuese eficiente. Ante la ausencia de control de eventos se programó un bucle que básicamente comprobaba en cada instante la

posición del ratón y si algún componente del tablero se encontraba en ese punto. En caso de que el ratón se encontrara sobre una celda se realizaban las acciones correspondientes. El Intérprete TICO debía ser una aplicación ligera, ya que sus funcionalidades no son complejas, y sin embargo esta implementación saturaba excesivamente el ordenador. Además ocasionaba que el comportamiento del Intérprete fuese lento cuando el usuario interaccionaba con el tablero, produciendo parpadeos y problemas de refresco de pantalla. Esto se agudizaba conforme los proyectos y tableros se iban haciendo más grandes o contenían elementos como sonidos o imágenes.

Dado que *JGraph* no permite el manejo de eventos necesario en la aplicación, se consideró volver a diseñar e implementar de nuevo el Intérprete TICO mediante componentes que permitieran su manejo, para aumentar así las prestaciones del programa.

### **Cambiar el acceso a las acciones del Intérprete**

Una vez que se han creado tableros o proyectos éstos pueden abrirse con el Intérprete para ser utilizados por el usuario final. El Intérprete proporciona una serie de acciones como pueden ser cerrar la aplicación, finalizar la interpretación del proyecto, borrar las celdas acumuladas o reproducir su sonido de forma ordenada si lo tienen. El acceso a estas opciones estaba implementado mediante un botón fijo llamado Controlador en la ventana del Intérprete que al ser pulsado mostraba una ventana auxiliar con las diferentes opciones. En la figura 3.2 se puede ver el Controlador y las distintas acciones posibles. Cuando se usaba la *Selección directa* se podía acceder al Controlador en cualquier momento de la interpretación. Si se utilizaba el *Barrido automático* para interpretar los tableros, una vez que se finalizaba el posicionamiento del cursor sobre todos sus elementos, el ratón se posicionaba sobre el Controlador. De esta forma se permitía el acceso a estas opciones en cada ciclo de barrido. Una vez mostrada la ventana con las distintas acciones el programa realizaba un barrido sobre ellas. La implementación realizada no era muy robusta ya que a menudo no se sincronizaban bien el barrido del tablero con el de las opciones del Controlador. Además, en el caso del *Barrido automático*, era necesario esperar a que el cursor se posicionara sobre el Controlador para poder llevar a cabo alguna de estas opciones por lo que, en ocasiones, la navegación resultaba muy lenta. Por todo esto se estimó conveniente modificar la manera de acceder a las acciones que ofrece el Intérprete.

### **Modificar la Galería de imágenes del Editor**

Una galería de imágenes es un sistema de información de imágenes que permite seleccionar una de ellas para su uso, y a la vez proporciona las herramientas necesarias para el mantenimiento y gestión de las mismas. Se incorporó en el Editor TICO debido a la necesidad de proveer al programa de una funcionalidad que ofreciera una forma rápida y sencilla de administrar pictogramas. La galería desarrollada en [Mar08] permitía insertar, modificar, exportar o eliminar imágenes, así como la realización de búsquedas para usarlas como parte de un tablero. Además ofrecía una serie de categorías que se podían asociar a las imágenes y de esta manera agrupar las que tuvieran relación en un cierto contexto. Para almacenar la información referente a las imágenes y a sus categorías se utiliza una base de datos SQLite [SQL].

Se estimaron convenientes una serie de cambios con el fin de potenciar y mejorar las funcionalidades de la galería y son los siguientes:

- Añadir la opción de eliminar varias imágenes de la galería ya que sólo se podía hacer de una en una.
- Modificar el comportamiento de la funcionalidad de exportar imágenes para que permita hacerlo con grupos de imágenes. Sólo se permitía la exportación de todas las imágenes de la galería.
- Proporcionar un paquete de imágenes junto con la galería. Aunque el programa ofrecía todas las funcionalidades de una galería de imágenes se echó en falta una base de pictogramas incluidos en ella.
- Sustituir las categorías proporcionadas por alguna otra información semántica. El problema que se presentaba era que conforme las imágenes de la galería fuesen creciendo se haría difícil clasificarlas con las categorías facilitadas, ya que éstas eran muy limitadas.

### Otros cambios en la aplicación

Además de los cambios mencionados se consideró la posibilidad de revisar y resolver algunos errores del Editor relacionados con el componente para la gestión y grabación de sonidos, así como modificar la implementación del acceso al control de entorno. El control de entorno es el conjunto de sistemas que permiten, a una persona con discapacidad, controlar de forma accesible, cómoda y segura los elementos de su entorno tales como luces, persianas, televisión, equipos de música, camas, alarmas, electrodomésticos, etc. Esta funcionalidad se incorporó a TICO en [Rod07] utilizando el *software* específico de la empresa B&J Adaptaciones<sup>3</sup>. Los cambios a realizar están orientados a ampliar esta funcionalidad de manera que se pueda utilizar cualquier software pensado para controlar el entorno.

Como mejora general del programa y a un nivel más detallado, se puede decir que en la programación de algunas partes de la aplicación no se había aprovechado bien la modularidad que ofrecen los lenguajes orientados a objetos, dando lugar a clases con excesivas líneas de código y a secciones de código repetidas en el mismo o en diferentes ficheros. Estas partes requerían una modificación ya que dificultan notablemente la legibilidad del código y por tanto la resolución de errores. Además hace que el proyecto sea poco mantenible de cara a que sea mejorado y ampliado por futuros desarrolladores.

## 3.3. Ampliaciones para la nueva versión del programa

El uso de la aplicación por parte de los profesionales del CPEE Alborada puso de manifiesto las ampliaciones explicadas a continuación para dotar al programa de nuevas funcionalidades.

### Añadir la visualización de contenidos multimedia

Desde el principio se nos propuso la incorporación de una funcionalidad para la reproducción de contenidos multimedia puesto que, cuando se trata con personas que tienen problemas en el habla debido a trastornos auditivos, el uso del vídeo es más eficaz para transmitir conocimientos y conceptos que la utilización exclusiva de imágenes. De la misma manera que se podían asociar a una celda sonidos, imágenes o acciones para controlar el entorno, se veía necesario incluir la opción de asociar un vídeo. La ampliación propuesta fue que los vídeos se

---

<sup>3</sup><http://www.bj-adaptaciones.com>

podieran incluir desde el Editor y visualizarse en el Intérprete cuando una celda con vídeo fuera pulsada durante la interpretación. Esta funcionalidad, que permite la visualización de un vídeo en un tablero interactivo de comunicación, la ofrecen otros programas de pago similares a TICO y la utilizan con mucha frecuencia en las aulas, pero su uso no se puede extender a padres o tutores debido a su coste. El hecho de incorporarla en TICO hace que se enriquezca un proyecto de *software* libre gratuito, con lo que está disponible para un mayor conjunto de usuarios.

### **Incluir nuevos modos de barrido en el Intérprete**

El Intérprete TICO permite la elección entre dos modos de utilización del ratón a la hora de interpretar un proyecto. La *Selección directa* requiere la capacidad de usar el ratón en su forma convencional y para usar el *Barrido automático* es necesario el control de un único movimiento del cuerpo. Varios profesionales de la educación especial nos dieron a conocer que existe un amplio grupo de personas para los que no resulta adecuado ninguno de estos dos modos de acceso a los tableros. Esto se debe a que la mayoría de las personas con discapacidad motora reconocida como severa puede, con más o menos entrenamiento y una adecuada ayuda técnica, ser capaz de realizar dos movimientos voluntarios. Este grupo de personas no pueden usar el ratón en su forma tradicional y usando el *Barrido automático* se ven nuevamente limitados ya que les impide realizar lo poco que pueden hacer por ellos mismos.

Por todo esto se pensó en implementar un nuevo tipo de barrido intermedio entre los dos ya existentes. Así se ampliarán las formas de acceso a los tableros de comunicación generados con TICO y se facilitará el acceso a un gran número de posibles usuarios.

### **Ampliar las acciones del Intérprete**

En cuanto a las acciones que permitía realizar el Intérprete se detectaron algunas carencias y los profesores del CPEE Alborada nos plantearon añadir una serie de acciones nuevas. Éstas van encaminadas a proporcionar una mayor flexibilidad a la hora de manejar los distintos tableros de un proyecto y navegar entre ellos. Las acciones propuestas fueron:

- Inicio: Vuelve al tablero inicial de un proyecto en cualquier momento de la interpretación.
- Volver: Permite volver al tablero interpretado de forma inmediatamente anterior al tablero actual.
- Borrar celdas: Realiza el borrado de todas las celdas acumuladas para poder construir nuevas frases sin tener que borrarlas una a una.

### **Extender la aplicación a nuevos idiomas**

Como última ampliación y con vistas a la internacionalización del programa, vimos la necesidad de traducir la aplicación a nuevos idiomas.



## Capítulo 4

# Proceso de desarrollo

Este capítulo está dedicado a explicar el trabajo previo a la realización de las mejoras y extensiones de la aplicación, el proceso seguido durante su desarrollo, así como la elaboración del sitio web para su difusión. Se expone el desarrollo de cada una de las partes que han compuesto el proyecto por separado siguiendo el orden en que se han realizado, haciendo especial hincapié en las decisiones tomadas y explicando los motivos que llevaron a cada elección. En este capítulo no se detallan las pruebas realizadas al *software* desarrollado quedando incluidas en el apéndice A.

### 4.1. Trabajo previo al desarrollo

Antes de comenzar a estudiar los distintos objetivos de este PFC fue necesario dedicar un tiempo a familiarizarse con la aplicación existente. En primer lugar se debía comprender la utilidad que prestaba en el ámbito de la educación especial. Para esto fue esencial la lectura sobre los sistemas aumentativos y alternativos de comunicación y en particular sobre los tableros de comunicación. Algunos documentos consultados han sido [ADV09], [TG01] y [PC02]. Una vez conocido el uso de un tablero de comunicación en su forma tradicional se debía entender cómo trasladaba TICO ese concepto a un programa informático. Se consultaron los manuales de usuario existentes hasta el momento y se probaron cada una de las funcionalidades del programa, tanto del Editor como del Intérprete. El siguiente paso fue conocer el código fuente y cómo estaba diseñada y programada la aplicación con vistas a las futuras modificaciones y ampliaciones por realizar. Cabe destacar que este último punto se ha ido realizando a lo largo de todo el proceso de desarrollo conforme iba siendo necesario comprender con mayor profundidad cada parte de la aplicación. Tratar de abarcar al principio la aplicación completa era inviable debido a que es muy extensa por ser fruto de cinco PFC previos.

También se estudió la forma de almacenar los tableros interactivos generados con la aplicación. Las versiones anteriores de la aplicación desarrollaron un sistema que permite guardar los tableros con todos los archivos necesarios sobre un único fichero. De esta forma se permite distribuir y reutilizar fácilmente los tableros desarrollados. Uno de los elementos importantes en la estructura diseñada es un fichero XML que contiene la descripción completa de los tableros, sus propiedades y las características de sus componentes.

## 4.2. Desarrollo del reproductor de vídeo

La primera fase del análisis del reproductor de vídeo fue definir los requisitos que debía cumplir. Éstos se definieron en varias reuniones con los profesores del CPEE Alborada y están recogidos en el apéndice A. Se barajó la posibilidad de crear un nuevo tipo de celdas específicas para reproducir vídeo o incorporar esta funcionalidad a las celdas ya existentes. Después de hablar con los profesores del colegio se optó por la segunda opción por ser la más conveniente. Tomada esta decisión se elaboró un diseño que permitiera la integración del reproductor de vídeo en la aplicación existente hasta el momento. Este diseño consiste en lo siguiente:

- **Editor**

- Añadir un nuevo módulo que permita introducir un vídeo como parte de un tablero. Es accesible desde la ventana de edición de las propiedades de las celdas y guarda la información necesaria para que el Intérprete pueda reproducir el vídeo. Para almacenar esta información se crea un nuevo tipo de entrada en la descripción XML y se debe incluir el archivo de vídeo como parte del proyecto TICO que lo usa.
- Modificar la clase que define los tipos de archivo reconocidos por el programa para permitir archivos de vídeo.

- **Intérprete**

- Añadir un módulo que permita la reproducción de vídeos cuando una celda del tablero es pulsada. El tamaño de visualización del vídeo debe ajustarse al tamaño de la celda. Se modifican algunas clases existentes para que el Intérprete decodifique correctamente el XML.

Para poder implementar este diseño se realizó un estudio de las tecnologías existentes que permiten la reproducción de vídeos con el lenguaje de programación Java. Se encuentra detallado en el apéndice C. En total se probaron seis tecnologías y la metodología seguida con cada una es muy similar. Se estudiaba cada una de ellas para conocer cómo programar un reproductor de vídeo. Posteriormente se desarrollaba un prototipo de reproductor con la tecnología estudiada y se probaba con distintos formatos de vídeo para ver si era robusto y si los resultados eran coherentes. En función del éxito de estas pruebas se integraba en la aplicación TICO y de nuevo se volvía a probar con una serie de vídeos. La mayoría de las soluciones estudiadas proporcionan bibliotecas en código nativo, por lo que era difícil desarrollar un reproductor de vídeo multiplataforma. Las tecnologías estudiadas y descartadas fueron:

- Java Media Framework [JMF] con los *plugins* JFFmpeg [JFF] y Fobs4JMF [Fob]. El reproductor programado con esta tecnología no era robusto comportándose con frecuencia de forma incoherente. Además, en algunas ocasiones, los errores se producían en el código nativo por lo que no podían controlarse.
- JavaFX [JFX] El reproductor desarrollado con esta tecnología se descartó por la imposibilidad de integrarlo en la aplicación existente.

- QuickTime for Java [QTJ] Esta opción permite la reproducción de los formatos de vídeo de la arquitectura QuickTime. Se descartó porque no se lograban algunos de los requisitos definidos. No permitía controlar el vídeo para detener su reproducción y era necesario el uso de conversores de vídeo a los formatos que se habían especificado.
- Freedom for Media in Java [FMJ] La calidad del reproductor que nos ofrecía este proyecto era muy inferior a la conseguida con otras tecnologías y por esto se descartó esta opción.
- Xuggler [Xug] Esta alternativa requería la instalación y configuración de una aplicación externa. Dado que no queríamos complicar la instalación del programa se descartó como solución a nuestro problema.

Finalmente se estudió el *wrapper* DirectShow<>Java [DSJ]. Es un proyecto de bastante calidad para trabajar con multimedia en Java, pero sólo en Windows. Los resultados obtenidos con el reproductor desarrollado con esta API fueron muy satisfactorios. Por esto, aunque sólo está disponible para un sistema operativo, se decidió implementar el reproductor con esta tecnología dado que permite satisfacer todos los requisitos planteados y es compatible con el sistema operativo más utilizado por los usuarios de TICO.

Se pensó en desarrollar un reproductor de vídeo compatible con el resto de sistemas operativos pero finalmente no se llevó a cabo. El motivo fue que se detectaron una serie de fallos en el diseño del Intérprete. Consideramos que volver a diseñarlo e implementarlo era un objetivo fundamental para distribuir la nueva versión.

### 4.3. Diseño e implementación del Intérprete

Como se ha indicado en el capítulo 3 se pensó en rediseñar el Intérprete TICO utilizando alguna biblioteca gráfica que permitiese además el manejo de eventos. Se eligió estudiar *Swing* como alternativa a *JGraph* principalmente por dos motivos. El primero es que *JGraph* se basa en esta biblioteca por lo que seríamos capaces de reproducir la geometría de los componentes de los tableros. El otro motivo fue que proporcionaba mecanismos para el control de eventos generados por el usuario.

Inicialmente los requisitos del Intérprete TICO no se modificaron por lo que el primer paso fue probar la viabilidad de esta biblioteca gráfica. Se hicieron pruebas del dibujado de los diferentes componentes de los tableros tales como áreas de texto, etiquetas, celdas, óvalos, rectángulos, etc. Se comprobó que era perfectamente posible reproducir mediante *Swing* los tableros generados en el Editor usando *JGraph*. El único inconveniente era que se perdía calidad en las figuras geométricas curvas que usa TICO: óvalos y rectángulos redondeados. A pesar de esto, se decidió utilizar *Swing* ya que era preferible que el programa ganase rapidez y mejorase al solucionar molestos problemas de parpadeos en la pantalla.

Una vez que se había optado por la biblioteca *Swing* se elaboró un diseño del Intérprete que permitiera realizar las mismas funcionalidades que ofrecía hasta el momento. Para llevarlo a cabo se estableció una metodología que consistió en dividir en tareas las funcionalidades que había que implementar. Además se fijó un hito cronológico en el que habría que tener una primera versión del Intérprete con las herramientas más básicas. El instalador de la aplicación con el nuevo Intérprete se proporcionó a los profesores del CPEE Alborada para que fuesen

haciendo pruebas y detectando posibles errores. A partir de ese momento, conforme se iban realizando los cambios que nos indicaban e íbamos añadiendo las nuevas funcionalidades, se volvía a enviar a los profesores del CPEE Alborada un nuevo instalador del programa. Gracias a esto la aplicación se ha ido probando a lo largo de todo el proceso de su desarrollo, no sólo en el laboratorio sino también con usuarios finales. Esto además ocasionó que algunos de los requisitos iniciales del Intérprete se modificasen o ampliases cuando los profesionales del colegio lo estimaban conveniente. Para establecer estas modificaciones han sido esenciales las visitas y reuniones en el CPEE Alborada.

Las distintas tareas realizadas durante la implementación del Intérprete se detallan a continuación siguiendo el orden de su desarrollo. Sin embargo, muchas de estas tareas se han solapado en el tiempo ya que han requerido un perfeccionamiento conforme se iban probando.

**Tarea 1. Extracción de los tableros a partir del fichero XML.** Una vez sabido que éramos capaces de reproducir todos los posibles componentes de un tablero con *Swing*, lo siguiente fue desarrollar una serie de funciones para extraer las propiedades de un tablero y de sus componentes a partir del fichero XML. Con esta información se programaron otras funciones para crear cada tipo de componente.

**Tarea 2. Programación del comportamiento de las componentes del tablero.** Las celdas de un tablero pueden tener varias acciones asociadas que deben realizar cuando son barridas o pulsadas durante la interpretación de un proyecto. Las tareas que pueden realizar son: cambiar de tablero, acumularse en la parte inferior de la pantalla para construir una frase, mostrar una imagen alternativa, reproducir un sonido asociado, enviar texto a un área de texto durante un tiempo especificado y por último, la reproducción de vídeo que se ha desarrollado en este PFC. Esta tarea tuvo por objetivo implementar estas acciones teniendo en cuenta que una celda puede tener más de una de ellas por lo que debían ejecutarse en un orden determinado y de forma exclusiva.

**Tarea 3. Implementación de la interfaz del Intérprete.** Debido a los cambios que se habían de introducir con el nuevo sistema de dibujo de componentes, fue necesario volver a diseñar la ventana del Intérprete TICO. Esta interfaz contiene los menús de la aplicación, un área de interpretación donde se visualizan los proyectos y un área de acumulación donde se muestran las celdas que han sido acumuladas para la construcción de una frase.

**Tarea 4. Implementación de las celdas acumuladas.** Esta tarea tuvo por objetivo programar la visualización y comportamiento de las celdas cuando deben ser acumuladas. Se reproduce la celda pulsada a un tamaño que se ajuste al área de acumulación y se muestra de forma ordenada en esta parte de la ventana.

**Tarea 5. Programación de los distintos tipos de barrido.** Los métodos de barrido implementados inicialmente fueron la *Selección directa* y el *Barrido automático*. A este segundo barrido se dedicó más tiempo ya que fue necesario sincronizarlo mediante el uso de semáforos con las acciones de una celda. Se debía conseguir que durante el tiempo que durasen estas acciones el barrido se detuviera y continuase tras su finalización. Posteriormente nos demandaron la implementación un nuevo tipo de barrido al que se denominó *Barrido manual*. Se pensó para aquellas personas que son capaces de realizar

dos movimientos aunque tengan una discapacidad motora grave. Con uno de sus movimientos pueden hacer un barrido controlado de las celdas y con el otro seleccionarlas para comunicarse.

**Tarea 6. Integración del reproductor de vídeo.** Con la realización de esta tarea se incorporó el reproductor de vídeo desarrollado en la primera etapa de este PFC al nuevo Intérprete en desarrollo. Una vez integrado se realizaron una serie de pruebas para garantizar su correcto funcionamiento.

**Tarea 7. Mejorar las funciones de dibujado.** Esta tarea abarcó los siguientes aspectos relacionados con la visualización de los tableros:

- Respetar en el Intérprete el orden de dibujado de los componentes de un tablero determinado por el Editor con las operaciones de *Enviar delante* y *Enviar detrás*.
- Al usar un proyecto en el Intérprete se realizan una serie de operaciones que requieren el redibujado de los tableros que lo componen. Esto sucede al acumular y borrar las celdas, al cambiar de tablero o al enviar texto desde una celda a un área de texto. Producían molestos parpadeos de pantalla y fue necesario el estudio de las funciones de dibujado que ofrece Java para solucionarlos.
- Ha sido indispensable modificar la aplicación para que, en caso de que al utilizar un proyecto TICO no se encuentre el tipo de letra utilizado por quien lo generó, se aplique la fuente por defecto ajustando su tamaño al de las componentes.

**Tarea 8. Implementación de las celdas de control.** Uno de los cambios introducidos en la nueva versión de la aplicación ha sido la modificación del acceso a las acciones que puede realizar el Intérprete. Además las acciones se han ampliado con las ideas aportadas por los profesores del CPEE Alborada. Actualmente ya no se utiliza una ventana auxiliar para mostrarlas sino que se ha incluido un nuevo tipo de celda denominado *Celda de control*. Se cambió el Editor para que permitiese la incorporación de celdas de este tipo a un tablero, pudiendo elegir la acción que se le debía asociar. A su vez se eliminó el Controlador del Intérprete y se programó el comportamiento de las celdas que también tuvo que sincronizarse con el *Barrido automático* mediante semáforos.

**Tarea 9. Configuración de la aplicación.** Se realizaron una serie de cambios en la configuración de la aplicación relacionados con los ficheros de idioma, facilitar el acceso a la última ubicación desde la que se ha abierto un proyecto y la normalización de los nombres de los ficheros que se necesitan en un tablero.

**Tarea 10. Pruebas en distintos sistemas operativos.** Esta tarea fue de vital importancia para garantizar que la aplicación funcionase correctamente en la mayoría de los sistemas operativos existentes. Sobre todo ha sido necesario realizar pruebas en sistemas operativos tipo Windows ya que es el más utilizado por los usuarios de TICO. Además se realizaron pruebas en diferentes distribuciones Linux y sistemas operativos MacOS.

**Tarea 11. Asegurar la compatibilidad de proyectos TICO entre plataformas.** El objetivo de esta tarea era conseguir la portabilidad de proyectos TICO entre distintos sistemas operativos. Al cambiar de plataforma surgían algunos problemas que ocasionaban que las imágenes o sonidos de un tablero no se encontraran para su visualización o reproducción y fueron necesarios una serie de cambios.

**Tarea 12. Generación del instalador.** Como última tarea se generó un instalador de la aplicación para sistemas operativos tipo Windows y una distribución para el resto de sistemas operativos. Se encuentran disponibles en la página que tiene la aplicación en SourceForge<sup>1</sup> a la que se puede acceder desde el sitio web del Proyecto TICO. Esta tarea también ha conllevado la modificación de la estructura de carpetas de la aplicación, así como ciertos cambios en el comportamiento de la opción que permite la desinstalación de la aplicación.

#### 4.4. Modificaciones sobre la Galería de pictogramas

El escaso uso que se estaba haciendo de la Galería de pictogramas desarrollada en [Mar08] ocasionó que se realizara un estudio de sus funcionalidades con el fin de mejorarlas y potenciarlas. El primer paso del análisis fue estudiar la documentación y el código fuente de la Galería existente. Posteriormente, junto con el director del proyecto, se establecieron los cambios que se debían realizar.

Por otra parte, a través del CPEE Alborada, ya sabíamos de la existencia de unos pictogramas diseñados por el Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación<sup>2</sup> (CATEDU). En su elaboración colaboran los profesionales del CPEE Alborada y se distribuyen bajo licencia Creative Commons<sup>3</sup> (BY-NC-SA). Pueden descargarse desde la página web del Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa<sup>4</sup> (ARASAAC) estando disponibles en varios idiomas. Actualmente hay 9206 pictogramas y están en permanente aumento, ya que son una gran ayuda para la comunicación aumentativa y alternativa, representando mediante iconos múltiples conceptos lingüísticos.

Una vez definidos los cambios a realizar y pudiendo disponer de los pictogramas de ARASAAC se abordaron las distintas modificaciones que se centran en:

- Eliminar un conjunto de pictogramas, resultado de un proceso de búsqueda por patrones. La versión anterior del programa sólo permitía eliminar imágenes de una en una. Se vio necesario añadir la opción de poder eliminar grupos de ellas. Se incluyó una nueva opción en la utilidad de la Galería de pictogramas desde la que se accede a una ventana que permite realizar búsquedas de imágenes para ser borradas. La ventana incorpora una barra de progreso para conocer en todo momento la evolución del borrado de las imágenes.
- Exportar un conjunto de pictogramas, resultado de un proceso de búsqueda por patrones. La aplicación únicamente permitía exportar todas las imágenes de la Galería. Se consideró útil que se pudieran exportar grupos de imágenes, sobre todo cuando la Galería contenía un número muy elevado de ellas. Se elaboró un diseño que consiste en añadir a la ventana de exportación de imágenes un panel de búsqueda de imágenes. De esta forma se permiten exportar los resultados de las búsquedas.

---

<sup>1</sup><http://sourceforge.net/projects/tico>

<sup>2</sup><http://www.catedu.es/webcatedu>

<sup>3</sup><http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0>

<sup>4</sup><http://www.catedu.es/arasaac>

- Diseñar una distribución de pictogramas para TICO. Además de proporcionar la estructura para albergar una Galería de pictogramas se estimó conveniente proporcionar un paquete de imágenes que se pudiera incluir en la Galería. Para crearlo se desarrolló un programa auxiliar que lo generase a partir de los pictogramas de ARASAAC. Este programa permite seleccionar un directorio que contenga imágenes, normaliza los nombres de los ficheros y crea un XML con la información referente a las imágenes del directorio. Este fichero junto con las imágenes se comprimen en un fichero *.zip* para su distribución. Actualmente se puede descargar de la página web del Proyecto TICO e importarse directamente en el Editor TICO.
- Optimizar el acceso a la base de datos de pictogramas. La Galería utiliza una base de datos SQLite [SQL] que guarda la información relativa a las imágenes y sus términos clave. Cuando se probaron las funcionalidades de *Importar Base de Datos* y *Eliminar imágenes* se observó que empleaban un tiempo excesivo en realizarse. Como ya se ha explicado, los pictogramas de ARASAAC están en constante crecimiento, por lo que era esencial garantizar que las operaciones sobre la Galería tardasen un tiempo razonable en llevarse a cabo. Para analizar qué parte del código era la que más tiempo empleaba en ejecutarse se utilizó el programa YourKit Java Profiler<sup>5</sup>. Este programa extrae información acerca del comportamiento de otros programas con el fin de optimizarlos. Los perfiles extraídos reflejaban que las operaciones que conllevaban modificaciones en la base de datos se realizaban en un tiempo muy por encima de lo aceptable. Estas operaciones se realizan al importar o eliminar las imágenes ya que deben añadirse o borrarse respectivamente en la base de datos. Para reducir el tiempo de estas operaciones se modificaron las consultas SQL a la base de datos y se agruparon en transacciones SQL, lo que redujo notablemente su tiempo de ejecución. En el apéndice A se recoge el proceso de optimización de forma más detallada. Las gráficas de la figura 4.1 muestran los tiempos empleados en estas operaciones antes y después de esta mejora para el caso particular de 2000 imágenes.

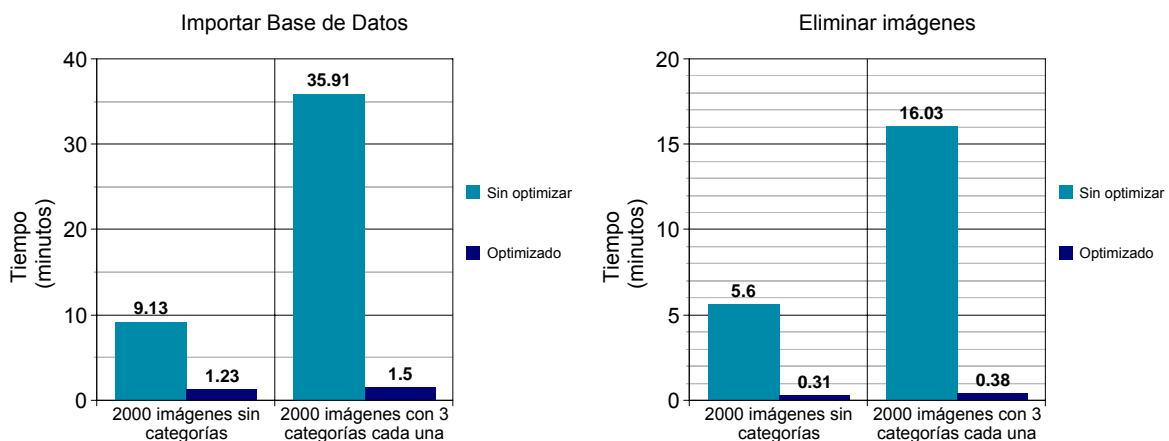


Figura 4.1: Gráficas en las que se observa la reducción del tiempo de ejecución de las operaciones *Importar Base de Datos* y *Eliminar imágenes* sobre la base de datos de pictogramas

<sup>5</sup><http://www.yourkit.com>

Además la operación de importar era más lenta ya que creaba las miniaturas de las imágenes que se mostrarían en las ventanas de resultados de búsquedas. Se ha modificado la aplicación para que las miniaturas se creen bajo demanda, es decir, en el momento en que se necesitan. Una vez realizado este cambio se hicieron pruebas con el paquete de pictogramas generado para distribuir con TICO que contiene un total de 5054 pictogramas. El resultado fue que, al distribuir la creación de las miniaturas en el tiempo, el tiempo de la operación de importar se reduce notablemente de cara al usuario. La gráfica de la figura 4.2 muestra el tiempo de ejecución de la operación de eliminar y la mejora en tiempo obtenida al crear las miniaturas bajo demanda.

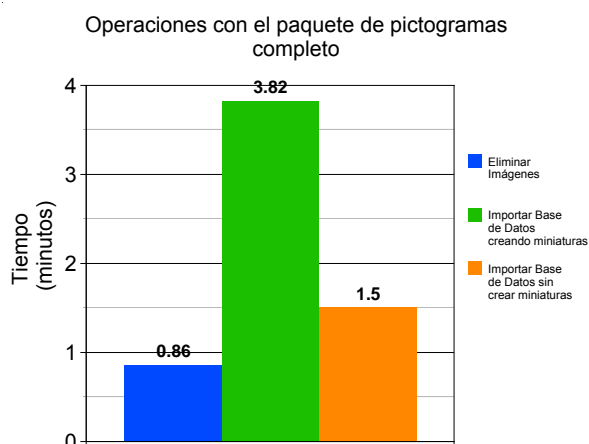


Figura 4.2: Gráfica que muestra el tiempo de la operación Eliminar y la mejora de la operación Importar Base de Datos utilizando el paquete de pictogramas creado para distribuir con la aplicación

- Modificar la información semántica asociada a las imágenes. En la versión anterior del programa las imágenes se podían clasificar según una serie de categorías que se proporcionaban con la instalación de TICO. Estas categorías agrupaban las imágenes que guardaban cierta relación entre sí. Conforme el número de pictogramas ha ido aumentando se ha hecho muy difícil poder proporcionar categorías que abarquen la totalidad de las imágenes. Por este motivo se decidió modificar la información semántica asociada a las imágenes y sustituir las categorías por términos clave. Con los términos clave la información semántica de las imágenes son sus sinónimos, traducciones a otros idiomas, etc. De esta manera es más sencillo generar la información asociada a cada imagen. Tiene además la ventaja de que, generando únicamente un paquete de pictogramas para TICO, se pueden realizar búsquedas en todos los idiomas disponibles. De otra manera habría que generar un paquete de pictogramas para cada idioma y de hecho los pictogramas de ARASAAC se distribuyen actualmente de esta manera.



## 4.5. Desarrollo del sitio web del Proyecto TICO

Finalmente se desarrolló el sitio web para dar difusión a la aplicación. Inicialmente se establecieron con el director del proyecto los requisitos que debía cumplir, siendo el principal de ellos que el sitio web fuese fácil de actualizar. Se quería evitar que, con el paso del tiempo, el sitio quedara obsoleto por ser complejo de administrar. Para conseguir este objetivo se consideró muy apropiada la tecnología *wiki* y en concreto se utilizó el software proporcionado por MediaWiki<sup>6</sup> escrito originalmente para Wikipedia<sup>7</sup>. No se pretendía que fuese un sitio web colaborativo sino aprovechar las ventajas que ofrece a la hora de editar las diferentes páginas. Los cambios se realizan de forma instantánea a través del navegador web utilizando una interfaz muy simple y visual.

También se establecieron las secciones que debía tener y los contenidos de las mismas. Conforme fueron desarrollándose se estimó conveniente añadir alguna sección nueva y dividir algunas de las inicialmente propuestas. Finalmente quedaron como sigue:

- **Inicio:** Explica el contexto en el que surge el Proyecto TICO y las entidades que han colaborado en su desarrollo.
- **Proyecto TICO:** En esta sección se explica el propósito de la aplicación y de forma general el funcionamiento del Editor y del Intérprete.
- **Descargas:** Desde aquí se accede a la descarga del instalador, al manual de usuario, así como a la descarga de otros programas adicionales como puede ser la Máquina Virtual Java (JVM) o el programa Adobe Reader.
- **Galería de pictogramas:** Se accede a la descarga de la Galería de pictogramas y se explica la procedencia de los mismos. Además informa sobre la manera de importar la Galería de pictogramas en TICO y la forma correcta de realizar las búsquedas de imágenes.
- **Proyectos realizados:** Inicialmente recogía los proyectos TICO elaborados dejándolos disponibles para su descarga. Actualmente explica cómo se puede colaborar realizando proyectos y enlaza con el portal ARASAAC. Este portal ofrece materiales y recursos gráficos para facilitar la comunicación de aquellas personas con algún tipo de dificultad. En él se pueden encontrar, entre otros materiales, proyectos TICO para descargar.
- **Preguntas frecuentes:** Recoge una lista de preguntas y respuestas que surgen con frecuencia al instalar o utilizar la aplicación.
- **Para desarrolladores:** Permite acceder a la descarga del código fuente de la aplicación y de la documentación del código generada.
- **Contacta:** Ofrece información sobre cómo contactar en caso de dudas. Actualmente se puede hacer a través del correo electrónico `ticoproyecto@gmail.com`.
- **Enlaces:** Se encuentra una lista de posibles enlaces de interés.

---

<sup>6</sup><http://www.mediawiki.org>

<sup>7</sup><http://es.wikipedia.org>

- **Créditos:** En esta sección se encuentra una relación de las personas que directamente han trabajado en el desarrollo de la aplicación.

El sitio web se encuentra alojado en un servidor de la Universidad de Zaragoza y se puede acceder a través de la dirección [www.proyectotico.es](http://www.proyectotico.es). En el apéndice D se recoge una descripción más detallada del proceso de elaboración y mantenimiento del sitio web, incluyendo alguna imagen que muestra el resultado.

## Capítulo 5

# Conclusiones y trabajo futuro

En este último capítulo de la memoria se hace un balance de los resultados obtenidos y se recoge una reflexión sobre el cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados para este PFC. Se detallan los principales problemas encontrados durante su desarrollo y se describen las líneas de posible trabajo futuro sobre la aplicación TICO. Por último se hace una valoración personal del trabajo realizado.

### 5.1. Resultados obtenidos

Con la finalización de este PFC se ha obtenido una versión de la aplicación TICO lo suficientemente estable para ser distribuida con garantías de tener un buen funcionamiento. Los objetivos que se plantearon inicialmente se han cubierto para la mayoría de los usuarios de TICO y han sido ampliados con el fin de dotar a la aplicación de nuevas funcionalidades o mejoras que han surgido a lo largo del proceso de desarrollo.

La aplicación, que ha estado en permanente fase de pruebas, actualmente se está utilizando con los alumnos del CPEE Alborada. Asimismo los profesionales del colegio la utilizan para elaborar los tableros que usarán en las aulas y la han puesto en conocimiento de maestros y profesores de otros centros educativos españoles que ya han comenzado a utilizarla.

Con la idea de compartir el trabajo elaborado por todos ellos y por los futuros usuarios de la aplicación, se ha incluido en el portal ARASAAC un nuevo tipo de material denominado *Proyecto TICO*. El objetivo es tener un lugar que reúna los tableros y proyectos realizados y que las personas que quieran compartir su trabajo puedan hacerlo. A través de este portal se permite la búsqueda de los mismos y se pueden descargar para su uso.

Por otra parte, a través de la información de contacto ofrecida en el sitio web del Proyecto TICO, hemos conocido la existencia de personas de otras ciudades de España y de otros países interesadas en la aplicación. Algunas de ellas han empezado a usarla en el desarrollo de su actividad profesional. Los ámbitos donde se está utilizando se centran en la labor docente universitaria relacionada con la educación especial y en diversos centros o asociaciones dedicadas a la atención de personas con discapacidades físicas y/o psíquicas.

## 5.2. Cumplimiento de los objetivos

Se puede afirmar que los objetivos acordados en la propuesta del proyecto y los nuevos que han ido surgiendo durante el desarrollo del proyecto se han cubierto en su totalidad.

Actualmente la aplicación cuenta con un reproductor de vídeo que permite la visualización de los mismos en los tableros interactivos de comunicación. Además de soportar la reproducción de vídeos de forma local con los formatos establecidos, se pueden reproducir vídeos especificados mediante una URL. De esta forma no aumenta demasiado el tamaño de los proyectos TICO si contienen varios ficheros de vídeo. El reproductor se encuentra disponible en la distribución de TICO para sistemas operativos Windows, que es el usado prácticamente por la totalidad de usuarios del programa.

La aplicación se ha traducido a nuevos idiomas y actualmente cuenta con una nueva versión del Intérprete, que además de incorporar nuevas funcionalidades y formas de acceso a los tableros, ofrece una mayor calidad visual de los mismos y una mejor interacción del usuario con el programa. La Galería de pictogramas se ha enriquecido ofreciendo un paquete de imágenes que se puede incorporar en el Editor de forma directa. Se ha modificado la información semántica asociada a las mismas de forma que las búsquedas de estas imágenes se puedan realizar de forma más versátil, y así potenciar el uso de la Galería. También se han mejorado las operaciones de importación y eliminación de imágenes, reduciendo notablemente el tiempo de ejecución empleado para las mismas.

Por último se ha desarrollado el sitio web del Proyecto TICO donde se recoge toda la información y archivos necesarios para el uso de la aplicación.

Como resultado global se ha retomado y potenciado el uso de la aplicación TICO y se le está dando una mayor difusión.

## 5.3. Problemas encontrados

Uno de los mayores problemas encontrados fue dar con la herramienta adecuada para desarrollar el reproductor de vídeo. El lenguaje de programación Java, utilizado para implementar la aplicación, no ofrecía ninguna solución robusta para realizar esta tarea. Por esto los primeros meses del proyecto se dedicaron a la investigación y el estudio de distintas tecnologías existentes. Elegir la más adecuada de ellas y descartar las que no eran viables, así como la integración del reproductor en la aplicación, resultó ser un trabajo bastante arduo.

Otra tarea que resultó ser más costosa de lo que parecía inicialmente fue probar la aplicación en distintos sistemas operativos para garantizar que funcionaba correctamente y de la misma forma en todos ellos. La mayoría de los problemas se encontraron en los sistemas operativos Windows que son los más utilizados por los usuarios de TICO. La aplicación funcionaba correctamente en Windows XP, pero no se había probado en Windows Vista que llevaba casi tres años en el mercado. Al comienzo de este PFC se lanzó Windows 7, por lo que también fue necesario tener en cuenta esta plataforma. La ejecución de TICO en estos dos últimos sistemas provocaba una serie de fallos que finalmente fueron solventados.

La última dificultad a señalar durante el desarrollo de este proyecto ha sido la atención permanente de las distintas sugerencias realizadas por parte de los profesores del CPEE

Alborada, así como de los usuarios que acudían a través del sitio web de TICO. Como ya se ha explicado se les proporcionaba un instalador de la aplicación cada cierto tiempo para que probaran su correcto funcionamiento. Esto ha contribuido enormemente a la corrección de errores y al enriquecimiento de la aplicación con las nuevas ideas que se plantean con el uso del *software*. Sin embargo, en muchas ocasiones, la atención ágil y el estudio de estas ideas ha requerido un esfuerzo adicional para hacerlo compatible con el trabajo ya planificado.

## 5.4. Líneas futuras

Puede decirse que la versión actual de TICO cubre todas las funcionalidades necesarias para la elaboración de tableros interactivos de comunicación asegurando un correcto funcionamiento. Sin embargo, como en la mayoría de las aplicaciones *software*, se presentan ciertas posibilidades de mejora. Algunas de ellas no se han podido realizar por falta de tiempo y todas van encaminadas a dotar al programa de ciertas características adicionales. Este posible trabajo futuro que surge como continuación de este PFC queda resumido en los siguientes puntos:

- **Ampliar la funcionalidad de reproducción de vídeos.** Como ya se ha explicado la reproducción de vídeos únicamente está disponible en la distribución de la aplicación para sistemas operativos Windows. Aunque la inmensa mayoría de usuarios actuales de TICO utilizan este sistema operativo se debería incorporar esta posibilidad a las distribuciones de TICO para sistemas operativos Linux y MacOS. De esta forma las distintas distribuciones de la aplicación ofrecerían idénticas funcionalidades.
- **Permitir la visualización de vídeos embebidos en páginas web.** Actualmente la aplicación permite reproducir vídeos locales y aquellos que son especificados mediante una URL. Sin embargo, existen sitios web como Youtube o Vimeo, dedicados a la distribución de vídeos que no proporcionan la URL del fichero de vídeo sino la de la página web donde se encuentra embebido como objeto Flash. Una posible característica adicional, cuando existan las herramientas adecuadas para llevarla a cabo, sería incorporar a la aplicación un reproductor Flash. Este cambio solucionaría algunas limitaciones relacionadas con los derechos de autor, ya que no habría que descargar el vídeo para su uso, y unificaría la forma de reproducir vídeos en las distintas distribuciones de la aplicación. Sin embargo presenta algunos inconvenientes a tener en cuenta como, por ejemplo, la posibilidad de que un vídeo cambie de ubicación o deje de estar disponible en internet.
- **Traducción a nuevos idiomas.** La aplicación está disponible en español, inglés, alemán y catalán. Para añadir un nuevo idioma bastaría con incorporar al programa un fichero con la traducción de los menús y mensajes de interacción con el usuario al idioma elegido. Actualmente nos han demandado la traducción al francés y podría realizarse también al italiano, ya que los pictogramas están disponibles en estos idiomas.
- **Potenciar la utilidad de validación de proyectos.** Por último, para potenciar el uso de la herramienta de validación de tableros y proyectos que incorpora TICO, deberían realizarse ciertos cambios. Éstos no irían destinados a modificar la programación de la herramienta ya que funciona correctamente sino a ofrecer reglas de validación de limitaciones más específicas. Para esto sería necesaria la colaboración con profesionales de la educación especial.

## 5.5. Valoración personal

Respecto al trabajo realizado, me siento muy satisfecha con los resultados conseguidos. Los objetivos planteados inicialmente se han cubierto y actualmente la aplicación se está usando, que es la mejor garantía de haber hecho un trabajo útil. Esto no habría sido posible sin el interés e implicación del director del proyecto para que éste saliera adelante y el constante apoyo de los profesores del CPEE Alborada.

La posibilidad de realizar un proyecto para un cliente real, así como las reuniones mantenidas en el colegio a lo largo del mismo, han sido una experiencia muy enriquecedora. El hecho de trabajar con profesionales de otro ámbito me ha servido mucho ya que casi siempre aportan un punto de vista diferente o nuevas ideas sobre el mismo proyecto. Con las visitas al colegio he tenido la oportunidad de conocer el entorno real donde se utilizaría la aplicación y las distintas actividades que tenían en mente para realizar con TICO. Todo esto ha supuesto una motivación para seguir trabajando en este proyecto. Además, el acercamiento a personas que tienen distintas discapacidades, me ha ayudado a entender las dificultades que pueden llegarse a encontrar en lo que para nosotros es una actividad cotidiana que realizamos sin esfuerzo.

En cuanto al desarrollo del proyecto he podido comprobar la importancia que tiene gestionar bien el tiempo y fijar unas metas realistas, sobre todo cuando los objetivos se van ampliando conforme se cubren etapas. He podido aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos en la carrera y he tenido la oportunidad de profundizar en otros nuevos no enseñados en ella. Me he enfrentado a nuevas tareas como puede ser la investigación de diversas tecnologías y la elección de la más adecuada para resolver un problema dado. Asimismo he aprendido el uso de nuevas herramientas que no conocía como el manejo de  $\text{\LaTeX}$  para elaborar la documentación del proyecto.

También he aprendido mucho de la experiencia de mi director que me ha ido enseñando la manera de enfrentarme a los distintos problemas que iban surgiendo para buscar una solución. A él debo agradecer el tiempo invertido en explicaciones e intercambios de puntos de vista y en muchos momentos la confianza depositada en mí, que me ha llevado a realizar distintas ideas que han ido surgiendo a lo largo del proyecto y que lo han enriquecido.